



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 548 391 A1**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **91122046.5**

Int. Cl.⁵: **G01R 33/06, G01D 5/14**

Anmeldetag: **21.12.91**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.93 Patentblatt 93/26

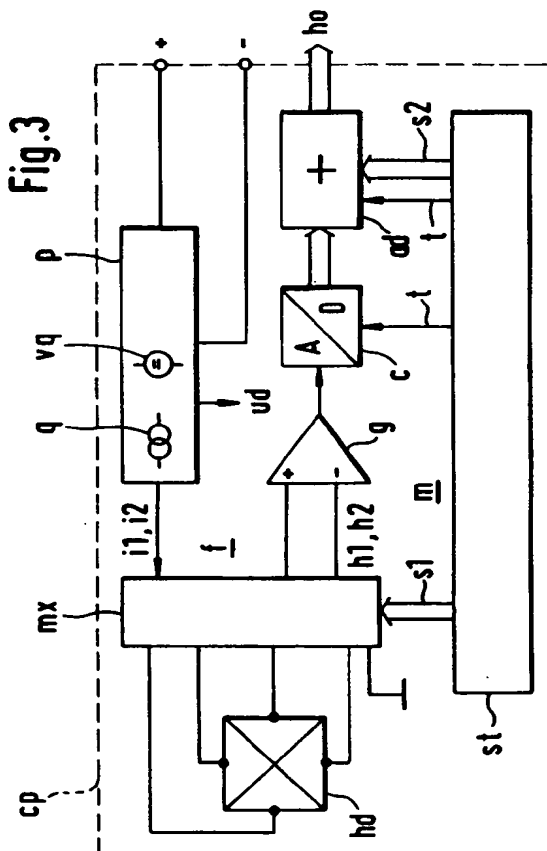
Anmelder: **DEUTSCHE ITT INDUSTRIES GMBH**
Hans-Bunte-Strasse 19 Postfach 840
W-7800 Freiburg i.Br.(DE)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

Erfinder: **Mehrgardt, Sönke, Dr.rer.nat.**
Häglestrasse 16
W-7806 March-Neuershausen(DE)
Erfinder: **Blossfeld, Lothar, Dipl.-Phys.**
Waldstrasse 23
W-7800 Freiburg-Hochdorf(DE)

Offsetkompensierter Hallsensor.

Ein Hallsensor ist zur verbesserten Offsetkompensation mit einer Einrichtung (f) zur Orthogonalumschaltung des Halldetektor-Versorgungsstromes und der Hallspannungsabgriffe ausgerüstet. Eine Summiereinrichtung ermittelt aus einem ersten und einem zweiten vorkompensierten Hallspannungswert (h_1 , h_2) einen offsetkompensierten Hallspannungswert (h_0). Die Hallspannungswerte (h_1 , h_2) werden mittels eines Halldetektors (hd) gebildet, der mindestens ein erstes und ein zweites Hallelement (e_1 , e_2) zur Vorkompensation der Offsetspannung enthält, wobei das erste und zweite Hallelement geometrisch einander gleich und orthogonal umschaltbar sind. Die geometrische Ausrichtung des ersten und zweiten Hallelements schließt einen von 0° und 180° verschiedenen Winkel ein.



EP 0 548 391 A1

Die Erfindung betrifft einen Hallsensor zur Messung von magnetischen Feldern, wobei der Hallsensor insbesondere als monolithisch integriertes Bauelement ausgeführt ist, das den Halldetektor, die Stromversorgung und die elektronischen Auswerteschaltungen für die Hallspannung enthält. Für die Herstellung dieser kombinierten Schaltung wird in der Regel eine der üblichen Silizium-Halbleitertechnologien verwendet, die den geläufigen Bipolar- oder MOS-Herstellungsprozessen entsprechen. Bekannte Nachteile von Silizium als Halldetektormaterial sind die geringe Hallempfindlichkeit und der große Einfluß des Piezoeffekts, der zu Offsetspannungsfehlern führt, die von den mechanischen Spannungen im Kristallgefüge und der richtungsabhängigen Hallempfindlichkeit bewirkt sind.

Die Empfindlichkeit von Halldetektoren hängt im wesentlichen von der Beweglichkeit der Ladungsträger und dem Stromfluss durch die Hallplatte ab. Die Auflösungsgrenze und Meßwertstreuung hängt insbesondere von der Streuung der verschiedenen Offsetspannungen ab, die von dem Halldetektor selbst und der nachfolgenden Elektronik abhängig sind.

Eine Hallplatte kann in erster Näherung als eine Widerstandsbrücke aufgefaßt werden, die auf "Null" abgeglichen ist, wenn kein Magnetfeld vorhanden ist. Herstellungsverfahren von Hallsensoren, bei denen die gewünschte Genauigkeit lediglich durch eine Selektion aus dem breiten Herstellungsspektrum erreicht werden kann, sind natürlich ganz unbefriedigend. Daher werden üblicherweise die Toleranzen bei der Herstellung mittels Kompensationsmethoden so klein wie möglich gehalten. Am meisten verbreitet ist die Kompensation der Hallplatten-Offsetspannung durch das Parallelschalten einer um 90° gedrehten zweiten Hallplatte, die der ersten möglichst äquivalent ist. Dadurch kann die Verstimmung der Widerstandsbrücke durch den Piezoeffekt in erster Näherung kompensiert werden. Dennoch verhindern Prozeßtoleranzen oder starke Spannungsgradienten im Kristall immer noch eine höhere Präzision der Magnetfeldbestimmung.

Ein Verfahren zur Kompensation der Offsetspannungen ist im Tagungsband "Proceedings of Eurosensors IV, 1991, Bd. 2, Seiten 747 bis 751 beschrieben, der sich auf eine Tagung in Karlsruhe vom 01. bis 03. Oktober 1990 bezieht. Das dort beschriebene Verfahren verwendet eine kreisförmige Hallplatte mit 16 gleichförmig an der Peripherie angebrachten Kontakten, die mittels elektronischer Schalter zirkular umgeschaltet werden. Die 16 zugehörigen Hallspannungen werden integriert, wodurch der Offsetfehler auf Werte kleiner als 50 Mikrovolt reduziert wird. In der zugehörigen Beschreibung wird angegeben, daß zwar Geometrie-

fehler der Hallplatte durch eine Orthogonalumschaltung vollständig beseitigt werden können, nicht jedoch Offsetfehler infolge der vorbeschriebenen Piezoeffekte.

Da die störenden Offsetfehler bei Silizium oft wesentlich größer - beispielsweise bis zum Faktor 1000 - als die eigentlich zu bestimmende Hallspannung sein können, kommt noch ein spezieller Fehler der Auswerteschaltung hinzu. Bei idealer Gültigkeit der Brückenersatzschaltung tritt bei der Orthogonalumschaltung der Offsetfehler jeweils mit einem anderen Vorzeichen auf. Bei der Summierung der beiden orthogonalen Hallspannungen müßte sich der Offsetfehler auf diese Weise vollständig kompensieren. Dies gilt nur für den Fall, wenn für die verstärkten und weiterverarbeiteten Hallspannungen, eine strenge Proportionalität, Linearität, gleiche Verstärkung und Empfindlichkeit vorausgesetzt werden kann. Die Linearitäts- und Empfindlichkeitsanforderungen reichen in der Regel hierbei nicht aus.

Es ist daher Aufgabe der in den Ansprüchen gekennzeichneten Erfindung, einen Hallsensor mit einer verbesserten Kompensation der Offsetspannung anzugeben. Als weitere Aufgabe soll dabei der Hallsensor zusammen mit der Auswerteelektronik als monolithisch integriertes Bauelement in einer üblichen Halbleitertechnologie herstellbar sein.

Die Erfindung und ihre Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt schematisch einen vorkompensierten Halldetektor in der ersten Orthogonalposition,

Fig. 2 zeigt den vorkompensierten Halldetektor in der zweiten Orthogonalposition,

Fig. 3 zeigt schematisch die wesentlichen Schaltungsteile eines monolithisch integrierten Hallensors,

Fig. 4 zeigt schematisch ein Hallelement, dessen Stromzuführung von den Meßkontakten getrennt ist,

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines vorkompensierten Halldetektors mit mehr als zwei Hallelementen und

Fig. 6 zeigt die Brückenersatzschaltung eines einzelnen Hallelementes.

Die Hallspannung V_h eines Hallelementes setzt sich zusammen aus:

$$V_h = R_{sq} \times I_{hall} \times \mu_h \times B_z + V_{offset},$$

wobei R_{sq} der auf das Quadrat bezogenen Schichtwiderstand der Hallplatte, μ_h die Hallbeweglichkeit und B_z die magnetische Feldstärke senkrecht zur Hallplatte angibt.

Bei der Annahme eines Brückenersatzschaltbildes nach Fig. 6 wirken sich die mechanische Spannungen im Kristall auf die Brücke im ungünstigsten

Fall dadurch aus, daß sich die Widerstände R2 und R3 um den Faktor d1 bzw. d2 ändern. Bei der Umschaltung der Brücke um 90° oder bei der Parallelschaltung einer gleichen zweiten Brücke, die jedoch orthogonal angesteuert ist, kompensieren sich die Verstimmungsfaktoren d1, d2 vollständig.

Leider läßt sich dieses ideale Brückenmodell nicht vollständig auf eine offsetverstimmte Hallplatte anwenden. Wird nämlich zur Kompensation der Verstimmung wie üblich eine um 90° gedrehte zweite Hallplatte der ersten Hallplatte parallel geschaltet, dann wird in der zweiten Platte zwar eine Offsetspannung mit der umgekehrten Polarität erzeugt; eine vollständige Kompensation wird durch die Parallelschaltung oder Summierung der beiden Hallspannungen jedoch leider nicht erreicht, da in der zweiten Hallplatte die durch die mechanischen Spannungen bewirkten Streßverhältnisse unterschiedlich zu denen der ersten Platte sind. Nach der Erfindung wird die zweite Hallplatte jedoch lediglich zur Vorkompensation des Offsetfehlers benutzt - die eigentliche Kompensation findet erst durch die Orthogonalumschaltung und die Summierung der dabei gemessenen Hallspannungen statt. Die Vorkompensation nach der Erfindung hat auch den Vorteil, daß die beiden Hallplatten nicht um 90° gegeneinander ausgerichtet sein müssen, sondern der Winkel kann zwischen 0° und 180° beliebig sein. Dadurch können Winkel gewählt werden, die durch das Kristallgitter besonders streßanfällig sind.

In Fig. 1 ist ein erstes und ein benachbartes zweites Hallelement e1, e2 zu einem Halldetektor hd zusammengeschaltet. Die Orientierungsrichtung ergibt sich aus der Orientierung des ersten bzw. zweiten Hallelement-Versorgungsstroms i1, i2. Somit stehen die beiden Hallelemente in einem Winkel von 45° zueinander. Der Strom wird in das Hallelement diagonal an den Eckpunkten eingespeist, wodurch die beiden anderen Eckpunkte als Hallspannungsabgriffe dienen. Jedes Hallelement ist aus einer eigenen Stromquelle q gespeist. Die Hallspannungsabgriffe sind parallelgeschaltet, und liefern an die Ausgangsklemmen einen ersten Hallspannungswert h1 als Parallelschaltwert.

Fig. 2 zeigt die gleiche Halldetektoranordnung wie Fig. 1, aber in der zweiten Orthogonalposition. Dadurch wird in den beiden Hallelementen e1, e2 die jeweilige Richtung des Hallelement-Versorgungsstromes i1, i2 um 90° umgeschaltet. Entsprechend werden die Hallspannungsabgriffe ebenfalls um 90° umgeschaltet. An den Ausgangsklemmen wird ein zweiter Hallspannungswert h2 als Parallelschaltwert abgegeben. Der Einfachheit wegen sind in Fig. 1 und Fig. 2 die jeweils parallelgeschalteten Hallspannungsabgriffe durch einen Schaltungsknoten zusammengeschaltet. In der tatsächlichen Aus-

führung darf dies kein fester Verbindungsknoten sein, da in der ersten und zweiten Orthogonalposition jeweils andere Hallspannungsabgriffe zusammengeschaltet werden müssen. Die Zusammenschaltung erfolgt daher durch elektronische Schalter in einer Schalterstufe mx, vgl. Fig. 3.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Hallsensors als monolithisch integrierte Schaltung auf einem Halbleiterchip cp. Dabei sind sowohl die erforderlichen Einrichtungen f und Schaltungsteile zur Orthogonalumschaltung des Halldetektor-Versorgungsstromes und der Hallspannungsabgriffe als auch die Auswertungseinrichtung m und die Summiereinrichtung ad, die für die weitere Verarbeitung der gemessenen Hallspannungen erforderlich sind, monolithisch auf dem Chip cp integriert. Die eigentliche Magnetfeldmeßeinrichtung ist der orthogonal umschaltbare Halldetektor hd, dessen Anschlußbeine mit einer elektronischen Schalterstufe mx verbunden sind. Über eine Steuereinrichtung st und Steuersignale s1 wird bestimmt, durch welche Anschlüsse die Versorgungsströme zu- oder abgeführt werden und an welchen Anschlüssen die Hallspannungen abzugreifen sind. Die Stromversorgung der Hallelemente erfolgt über eine Versorgungseinrichtung p, die extern mit einer unregelmäßigen Versorgungsspannung gespeist ist und über geregelte Stromquellen q die konstanten Hallelement-Versorgungsströme i1, i2 abgibt. Ferner enthält die Versorgungseinrichtung p eine Spannungsregelschaltung vq zur Abgabe der internen Versorgungsspannung ud für das gesamte Bauelement.

Die an den einzelnen Hallelementen im Halldetektor hd abgegriffenen Hallspannungen werden in der Schalterstufe mx parallelgeschaltet und bilden die Hallspannungswerte h1, h2, die einem hochohmigen Verstärker g zugeführt sind. Der Ausgang des Verstärkers g, der Teil der Hallspannungsauswertungseinrichtung m ist, ist mit dem Eingang einer Analog/Digital-Umsetzeinrichtung c verbunden, die die zugeführten Signale digitalisiert und einer digitalen Addierschaltung ad zuführt. Diese addiert den ersten und zweiten digitalisierten Hallspannungswert h1, h2 und gibt das Summensignal als offsetkompensierten Hallspannungswert ho ab. Die Addierschaltung ad ist durch ein zweites Steuersignal s2 von der Steuereinrichtung st gesteuert. Das Steuersignal s2 setzt beispielsweise den Akkumulator der Addierschaltung ad zurück, bevor ein neuer Meßzyklus beginnt.

Im Normalfall enthält jeder Zyklus nur die Summierung der Meßwerte der ersten und zweiten Orthogonalposition.

Selbstverständlich kann auch eine Summenbildung über vier aufeinanderfolgende Orthogonalpositionen durchgeführt werden, dies entspricht einem vollem Umlauf der Hallelement-Versorgungs-

ströme im Halldetektor h_d . Die Steuereinrichtung st gibt ferner Taktsignale t ab, mit denen die Digitalisierung, Summierung und Datenausgabe synchronisiert wird.

Die Grundform der Hallelemente erfordert wegen der notwendigen Geometriegleichheit bei der Orthogonalumschaltung eine Rotationssymmetrie. Dies wird durch die übliche quadratische Grundform der Hallelemente erfüllt. Die übliche Stromeinspeisung entlang einer Längsseite bringt jedoch bei der Quadraturumschaltung die Schwierigkeit mit sich, daß die Hallspannungsabgriffe mit den längsseitigen Stromkontakten kollidieren. Dieser Konflikt wird vermieden, wenn der Strom bei den quadratischen Hallelementen an den diagonal gegenüberliegenden Eckpunkten zu- oder abgeführt wird. An den beiden anderen Eckpunkten kann die Hallspannung abgegriffen werden. Bei einer Quadraturumschaltung werden lediglich die Strom- und Spannungskontakte miteinander vertauscht.

Fig. 4 zeigt schematisch ein quadratisches Hallelement, das eine Orthogonalumschaltung ermöglicht, obwohl die Stromflußrichtung parallel zu den Quadratseiten ist. Das Hallelement enthält dabei in der Mittenposition der jeweiligen Längsseite die Hallspannungs-Meßkontakte $M1$, $M2$, $M3$, $M4$. Die Ströme werden dem Hallelement jedoch kontaktfrei über MOS-Transistoren zugeführt bzw. abgeleitet. Längs jeder Quadratseite befinden sich längliche Zonen vom gleichen Leitfähigkeitstyp wie die Hallelementzone selbst. Diese länglichen Zonen bilden mit der Hallelementzone jeweils einen MOS-Transistor, wobei das Gate und der darunterliegende Kanal in der Zwischenzone gebildet sind. In Fig. 4 ist beispielsweise ein erster MOS-Transistor $t1$ schematisch dargestellt, dessen Source-Elektrode $S1$ mit der Stromquelle q verbunden ist und dessen Drain-Elektrode $D1$ die Hallelementzone selbst ist. Die Gate-Elektrode $G1$ wird von einem Steuersignal aus der Steuereinrichtung st in einen leitenden oder sperrenden Zustand gebracht. Die Ableitung des Stromes an der unteren Längsseite des Hallelementes erfolgt durch einen zweiten MOS-Transistor $t2$, dessen Source-Elektrode $S2$ mit dem Masseanschluß verbunden ist. Die Drain-Elektrode $D2$ bildet die Längsseite der Hallelementzone und die Gate-Elektrode $G2$ befindet sich zwischen diesen beiden Zonen.

Fig. 5 zeigt schematisch einen Halldetektor hd mit vier Hallelementen $e1$ bis $e4$. Durch die Parallelschaltung dieser vier Hallelemente werden vier verschiedene Richtungen für den Hallelement-Versorgungsstrom zur Vorkompensierung herangezogen. Dies ergibt natürlich einen noch besseren Ausgleich der richtungsabhängigen Piezoeffekte. Die zugehörige Schalterstufe muß sicherstellen, daß bei der Orthogonalumschaltung jeder einzelne Hallelement-Versorgungsstrom um 90° in seiner

Richtung gedreht wird.

In Fig. 6 ist schematisch als Brückenschaltung die Ersatzschaltung eines rotationssymmetrischen Hallelements angegeben, bei der alle Widerstandswerte gleich sind, also $R1 = R2 = R3 = R4$. Die Brücke wird entweder mit einer konstanten Spannung U oder einem konstantem Strom I gespeist. Eine beliebige Verstimmung des Hallelements durch ein Geometriefehler oder durch einen mechanischen Streßfaktor wird in der Brückenersatzschaltung durch die Verstimmungsfaktoren $d1$, $d2$ des zweiten bzw. dritten Brückenwiderstandes $R2$, $R3$ berücksichtigt. Über mathematische Umformungen kann der Einfluß der Verstimmungsfaktoren $d1$, $d2$ in den beiden Orthogonalpositionen auf die jeweilige Brückenspannung u_w bestimmt werden, wobei noch zwischen einer Spannungs- oder Stromeinspeisung unterschieden werden kann.

Wenn sich die Brückenwiderstände bei der Orthogonalumschaltung nicht ändern, dann kompensieren sich die Verstimmungsfaktoren $d1$, $d2$ bei der Summation der beiden Brückenspannungen vollständig. Wie bereits eingangs angegeben, ändern sich jedoch die einzusetzenden Brückenwiderstände $R1$ bis $R4$ infolge des richtungsabhängigen Piezoeffekts und der richtungsabhängigen Hallempfindlichkeit. Wenn der Hallelement-Widerstand stromrichtungsabhängig ist, dann ist eine Stromsteuerung günstiger, weil der Strom durch eine hochohmige Konstantstromquelle konstant gehalten wird. Ein konstanter Strom ohne Temperaturabhängigkeit erzeugt zudem eine temperaturunabhängige Hallspannung, vgl. die eigene europäische Patentanmeldung 91 11 2840.3 (ITT-Case: U. Theus et al 16-1-1). Die dort beschriebene Stromquelle für den Hallelement-Versorgungsstrom ist zudem an den Schichtwiderstand R_{sq} der Hallelementzone gekoppelt, indem der erzeugte Strom bei einer bestimmten Bezugstemperatur T_0 umgekehrt proportional zum Hallelement-Schichtwiderstand R_{sq} ist, weil dadurch die Hallelementempfindlichkeit weitgehend unabhängig von den Herstellungsparametern der Hallelementzone ist.

Die Hallelementzonen können auf verschiedene Weise hergestellt sein. Entweder aus einer relativ hochohmigen Zone, die diffundiert oder implantiert wird, einer Inversionsschicht, die mit Hilfe einer Gate-Elektrode erzeugt oder beeinflußt wird oder aus einzeln aufgetragenen dünnen Schichten, die beispielsweise über Sputter- oder CVD-Verfahren (CVD = Chemical Vapor Deposition) aufgebracht sind.

Wenn die Offset- und Linearitätsfehler der Auswerteeinrichtung vernachlässigbar sind, dann können in der Summiereinrichtung oder in der Addierschaltung ad auch die einzelnen Hallspannungen $v11$, $v21$; $v12$, $v22$ direkt addiert werden. Die Vorkompensation, bei der die Hallspannungswerte $h1$,

h2 ermittelt werden, findet dann nur als Rechenschritt statt.

Patentansprüche

1. Offsetkompensierter Hallsensor mit

- einer Einrichtung (f) zur Orthogonalumschaltung des Halldetektor-Versorgungsstroms und der Hallspannungsabgriffe, wobei die Geometrie des Halldetektors (hd) in der ersten und zweiten Orthogonalposition für die Hallspannungsbestimmung gleich ist,
- einer Summiereinrichtung, der ein erster und ein zweiter Hallspannungswert (h1, h2) zur Bildung eines offsetkompensierten Hallspannungswertes (ho) zugeführt ist,

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- der Halldetektor (hd) enthält mindestens ein erstes und ein zweites Hallelement (e1, e2),
- das erste und zweite Hallelement (e1, e2) sind geometrisch aneinander gleich, auf einem gemeinsamen Träger technologisch, thermisch und räumlich eng verkoppelt und jeweils orthogonal umschaltbar,
- der erste Hallspannungswert (h1) ist die Summe oder der Parallelschaltwert aus den jeweiligen Hallspannungen (v11, v21) des ersten und zweiten Hallelements (e1, e2) in der ersten Orthogonalposition,
- der zweite Hallspannungswert (h2) ist die Summe oder der Parallelschaltwert aus den jeweiligen Hallspannungen (v12, v22) des ersten und zweiten Hallelements (e1, e2) in der zweiten Orthogonalposition und
- die geometrische Ausrichtung des ersten und zweiten Hallelements (e1, e2) in der ersten Orthogonalposition schließt einen von 0° und 180° verschiedenen Winkel ein, der in der zweiten Orthogonalposition um 90° gedreht ist, wobei die geometrische Ausrichtung auf die Richtung der Hallelement-Versorgungsströme (i1, i2) bezogen ist.

2. Hallsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hallelemente (e1, e2) mit einer Auswerteinrichtung (m) und der Einrichtung (f) gemeinsam auf einer Halbleiteroberfläche monolithisch integriert sind.

3. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hallspannungen (v11, v21; v12, v22) oder der erste und zweite Hallspan-

nungswert (h1, h2) mittels einer Analog/Digital-Umsetzeinrichtung (c) digitalisiert sind und daß die Summiereinrichtung eine digitale Addierschaltung (ad) enthält.

4. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hallelemente (e1, e2) mittels diffundierter oder implantierter Zonen auf der Halbleiteroberfläche gebildet sind.

5. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hallelemente (e1, e2) mittels Inversionsschichten auf der Halbleiteroberfläche gebildet sind, die mittels Gate-Elektroden erzeugt oder beeinflußt sind.

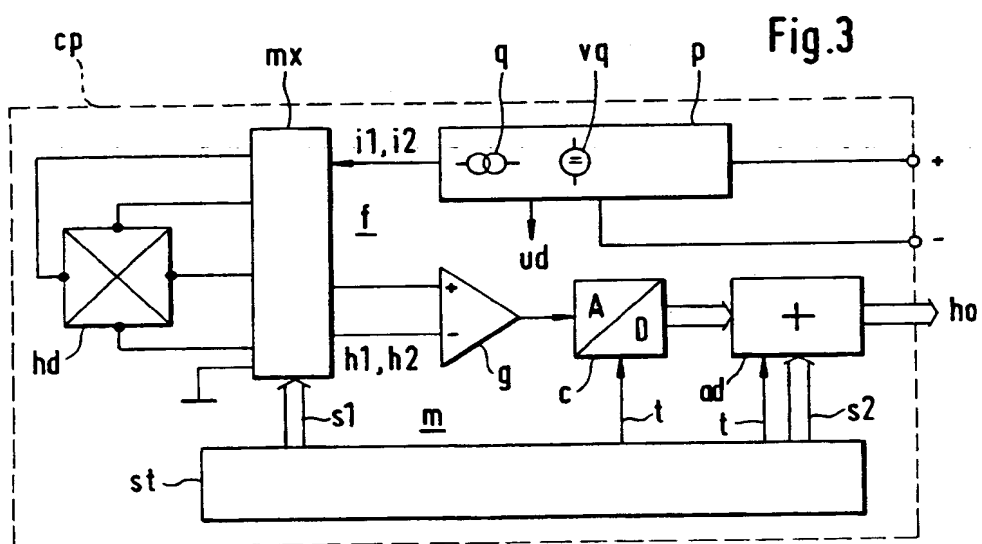
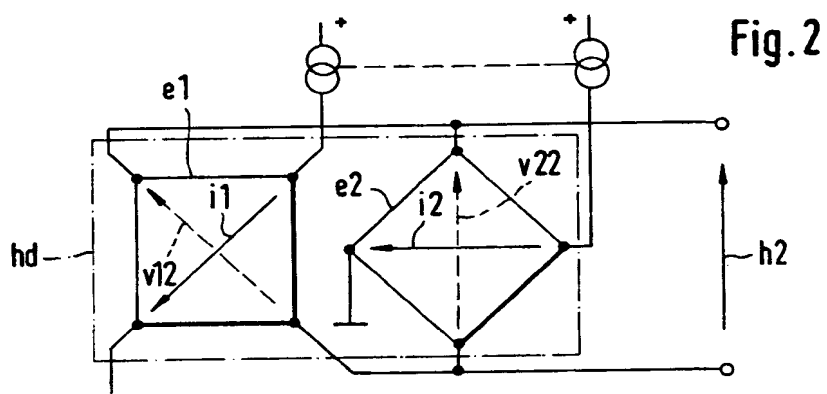
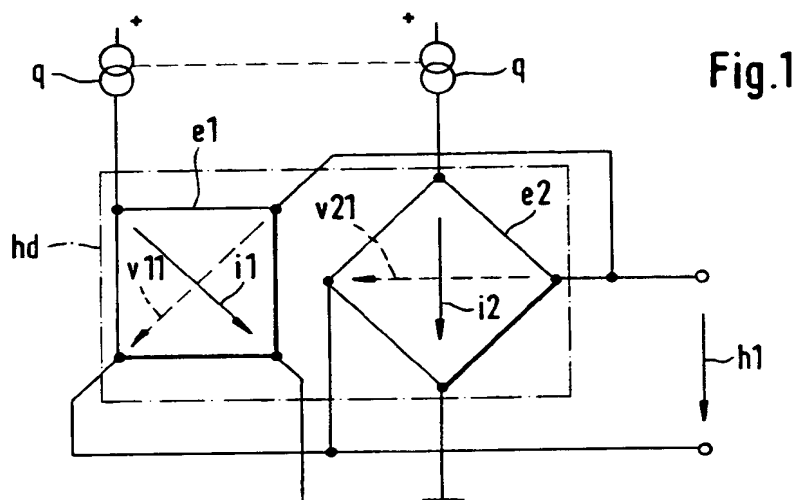
6. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hallelemente (e1, e2) aus dünnen Schichten bestehen, die auf der Halbleiteroberfläche, insbesondere durch Sputter- oder CVD-Verfahren, aufgebracht sind.

7. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hallelemente (e1, e2) an Einrichtungen zur Versorgungsstromspeisung und Versorgungsstromabnahme gekoppelt sind, die von den Meßkontakten getrennt sind.

8. Hallsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei den Hallelementen (e1, e2) die Stromspeisung und die Stromabnahme kontaktlos durch jeweils einen MOS-Transistor (t1, t2) erfolgt, dessen eine Elektrode die Widerstandszone des jeweiligen Hallelements (e1, e2) ist.

9. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine technologisch und thermisch mit den Hallelementen (e1, e2) gekoppelte Konstantstromquelle (q) temperaturunabhängige Konstantströme zur Speisung der Hallelemente (e1, e2) erzeugt, wobei der Wert der Konstantströme umgekehrt proportional zum Schichtwiderstand (Rsq) der Hallelemente bei einer im Arbeitsbereich liegenden Bezugstemperatur (To) ist.

10. Hallsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten und zweiten Hallelement (e1, e2) weitere geometrisch gleiche Hallelemente (e3, e4) zur Vorkompensation der Offsetspannung parallelgeschaltet sind, die ebenfalls orthogonal umschaltbar sind.



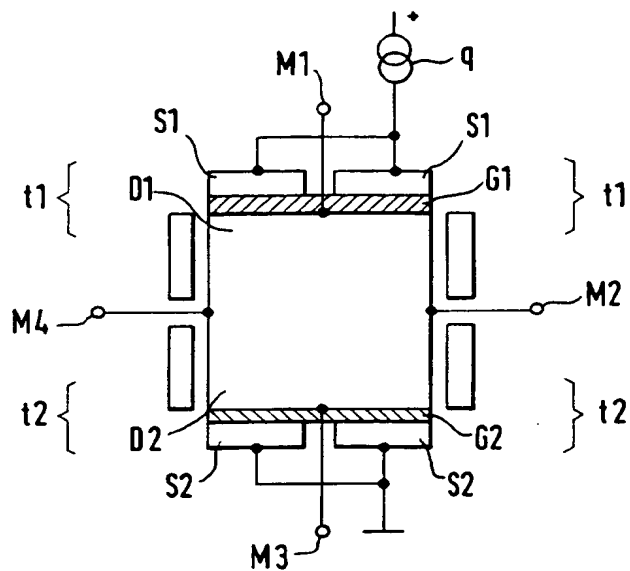


Fig. 4

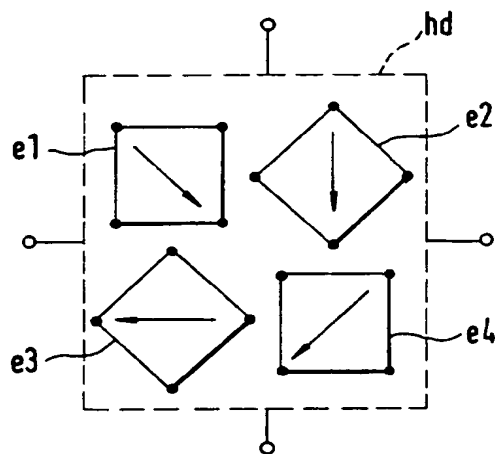


Fig. 5

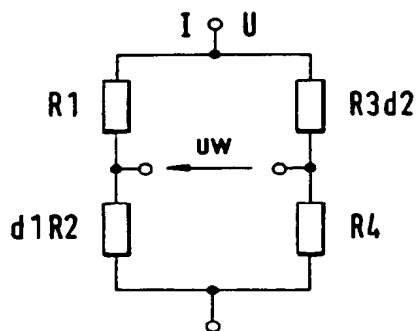


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 12 2046

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	MICROELECTRONICS JOURNAL, Bd. 12, Nr. 6, 30. November 1981, LUTON GB Seiten 24 - 29; G.S.RANDHAWA: 'Monolithic integrated Hall-devices in silicon circuits'	1,2,10	G01R33/06 G0105/14
A	* Seite 25, Spalte 2, Zeile 32 - Seite 26, Spalte 2, Zeile 3 * * Seite 27, Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 22 * * Seite 28, Spalte 1, Zeile 34 - Seite 29, Spalte 1, Zeile 28 *	4-6	
Y	MACHINE DESIGN, Bd. 57, Nr. 23, 15. Oktober 1985, CLEVELAND US Seiten 83 - 87; J.R.HINES E.A.: 'New life for Hall-effect sensors'	1,2,10	
	* Seite 84, Spalte 2, Zeile 8 - Spalte 3, Zeile 11; Abbildung 1 * * Seite 86, Spalte 1, Zeile 12 - Seite 87, Spalte 3, Zeile 5 *		
D,A	SENSOR AND ACTUATORS, Bd. A27, Nr. 1-3, 15. Mai 1991, LAUSANNE CH Seiten 747 - 751; P.J.A.MUNTER: 'Electronic circuitry for a smart spinning-current Hall plate with low offset'		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	DE-B-1 194 971 (SIEMENS SCHUCKERTWERKE A.G.) * Anspruch 1; Abbildungen 1,3,4 *		G01R G01D H01L
A	DE-A-2 333 080 (INSTITUT ELEKTRODINAMIKI AKADEMII NAUK UKRAINSKOJ) * Anspruch 1 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15 SEPTEMBER 1992	Prüfer HAASBROEK J.N.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.82 (P0400)